



SERVICES CULTURE ÉDITIONS
RESSOURCES POUR
L'ÉDUCATION NATIONALE

**Ce document a été numérisé par le CRDP de Bordeaux pour la
Base Nationale des Sujets d'Examens de l'enseignement professionnel.**

Campagne 2013

BREVET DE TECHNICIEN SUPERIEUR
TRAITEMENTS DES MATERIAUX

SCIENCES ET TECHNIQUES INDUSTRIELLES

Sous-épreuve commune aux deux options

- U4.2 -

SESSION 2013

DUREE : 2 heures

COEFFICIENT : 2

Matériel autorisé :

Toutes les calculatrices de poche y compris les calculatrices programmables, alphanumériques ou à écran graphique sont autorisées, sous réserve que leur fonctionnement soit autonome et qu'il ne soit pas fait usage d'imprimante (Cirulaire n°99-186, 16/11/1999).

Documents à rendre avec la copie :

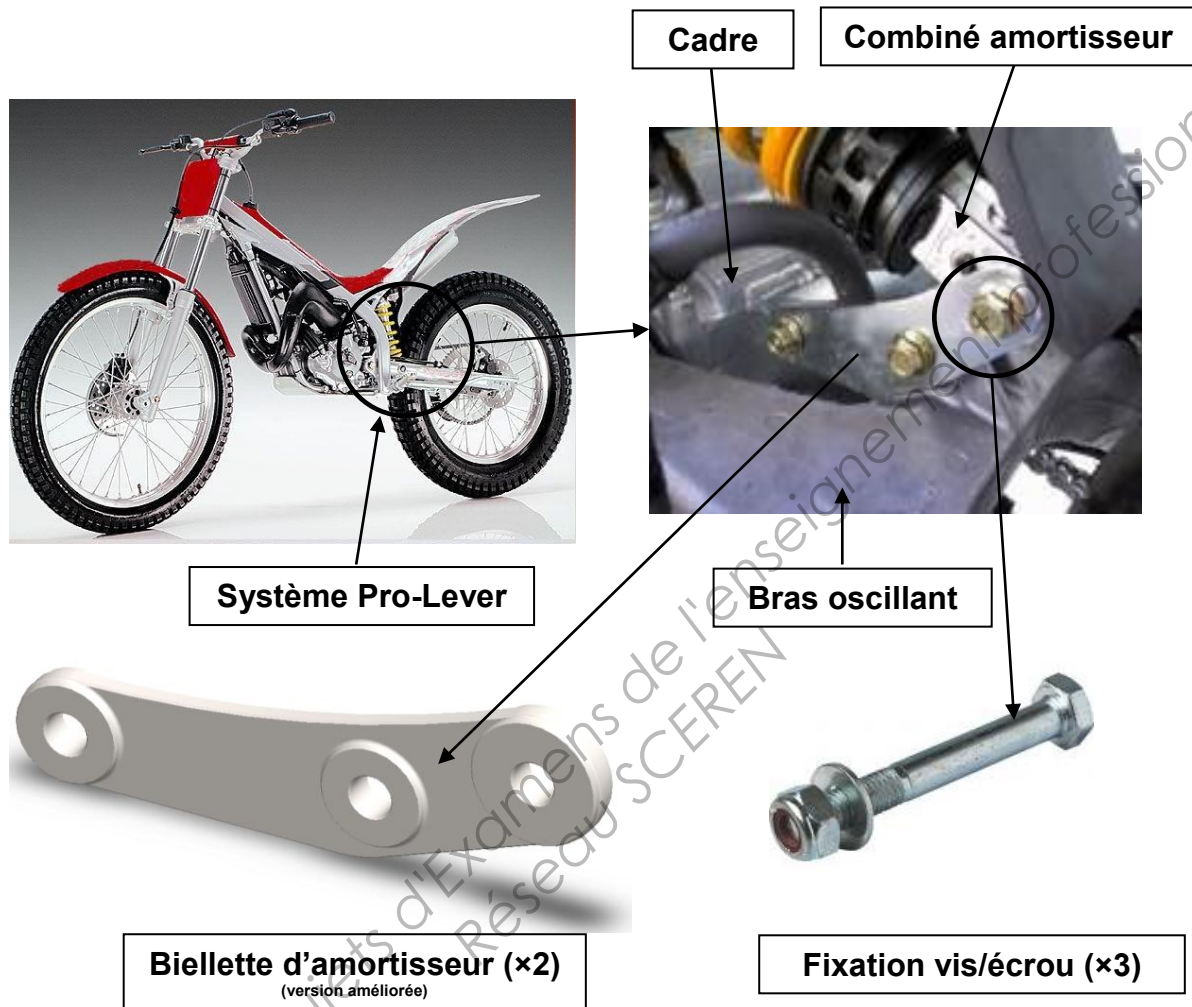
- Annexes 1 et 2, 3A, 3B, 3C.....pages 8/11, 9/11, 10/11 et 11/11

Dès que le sujet vous est remis, assurez-vous qu'il soit complet.
Le sujet comporte 11 pages, numérotées de 1/11 à 11/11

BTS TRAITEMENTS DES MATERIAUX Sciences et Techniques Industrielles	Session 2013
Sous-épreuve commune aux deux options – U4.2	Code : TMSTIAB
	Page 1/11

Présentation de l'entreprise et objet de l'étude

Une société spécialisée dans la conception et la réalisation de **systèmes de suspension** reçoit, de la part d'une entreprise fabriquant des **motocyclettes tout terrain**, une commande renouvelable d'un minimum de 6000 ensembles par an.



Le système de suspension à étudier est de type **PRO-LEVER à progressivité variable**. Pour obtenir un débattement progressif à la roue arrière, on intercale entre le bras oscillant, le combiné amortisseur et le cadre, un jeu de biellettes et de basculeurs afin de créer une démultiplication.

L'étude portera essentiellement sur :

- Les traitements thermiques et les contrôles du **système de fixation vis/écrou**. (*Partie I*). Ces vis assurent un guidage en rotation qui impose des dimensions précises et une fabrication spéciale.
- Les traitements thermiques, les traitements de surfaces et les contrôles des deux **biellettes d'amortisseur**. (*Parties II et III*).

PARTIE I : étude du système de fixation vis/écrou

Objet de l'étude : contrôle de réception d'un lot par essai de traction.

Cahier des charges	
Le cahier des charges défini pour la vis par l'entreprise est le suivant :	
Matière : 38Cr4	
Caractéristiques mécaniques requises :	<ul style="list-style-type: none">• Vis de précision H, M10-80 (Ø calibré 10g6, long 80 mm)• Ecrou auto freiné Nylstop• Rondelle plate L10
Finition : Protection anticorrosion	
Série : 18000 systèmes vis/écrou par an. Renouvelable.	

1.1 D'après sa désignation, donner la composition moyenne de cet acier, en nommant le ou les éléments d'addition en toutes lettres.

1.2 Chaque lot de vis est traité avec une éprouvette de traction normalisée. Celle-ci est livrée par le fournisseur et sert pour le contrôle de réception. Après essai, on obtient la courbe de l'annexe 1. Pour les questions qui suivent, réaliser toutes les constructions nécessaires sur cette annexe.

1.2.1 Relever les valeurs de la charge à la limite d'élasticité $F_{p_{0,2}}$ et de la charge maximale F_m .

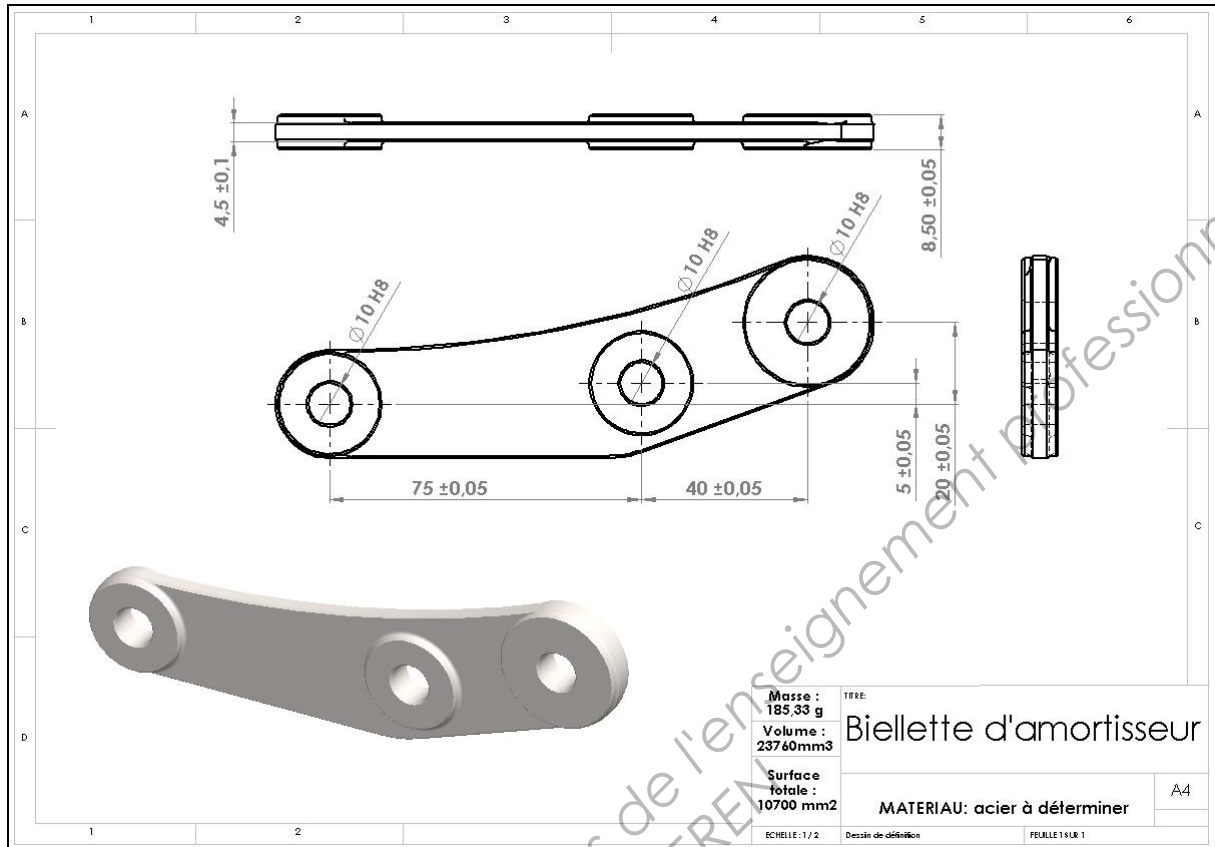
1.2.2 Calculer ensuite la limite conventionnelle d'élasticité $R_{p_{0,2}}$ puis la résistance maximale à la traction R_m .

1.2.3 Calculer l'allongement pour cent après rupture $A\%$.

1.2.4 Le cahier des charges est-il respecté ? Peut-on accepter le lot de vis ?

1.3 Etablir la gamme de fabrication de cette pièce. Justifier la position des phases d'usinage et de traitement thermique.

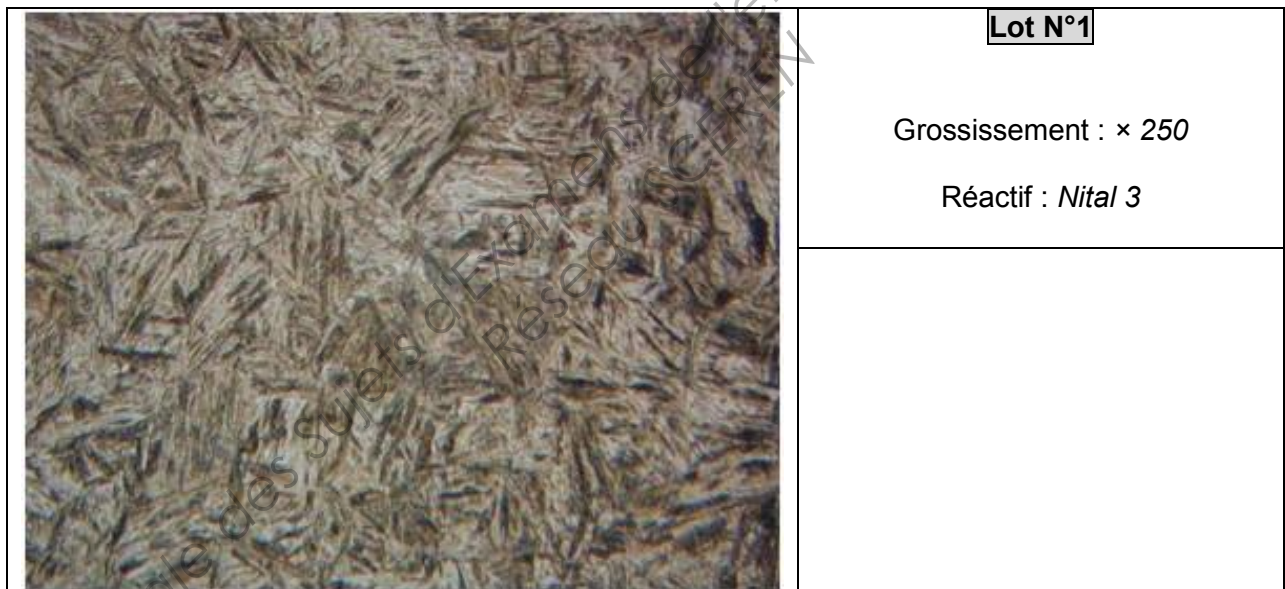
PARTIE II : étude du traitement thermique de la biellette d'amortisseur



Cahier des charges	Gamme de fabrication générale simplifiée :																
<p>Le cahier des charges défini par l'entreprise est le suivant :</p> <p>Matière : acier à déterminer</p> <p>Brut : obtenu par estampage à partir d'un lopin laminé.</p> <p>Caractéristiques mécaniques requises :</p> <ul style="list-style-type: none"> - $1300 \text{ MPa} \geq R_m \geq 1200 \text{ MPa}$ - $R_{p0,2} \geq 950 \text{ MPa}$ - $A\% \geq 12$ - $KCU \geq 60 \text{ j.cm}^{-2}$ <p>Finition : Protection anticorrosion et coloration noire.</p> <p>Série : 12000 biellettes par an. Renouvelable.</p>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="text-align: center; padding: 5px;">Phases</th> <th style="text-align: center; padding: 5px;">Opérations</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">10</td> <td style="padding: 5px;">Débitage du lopin</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">20</td> <td style="padding: 5px;">Obtention du brut par estampage</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">30</td> <td style="padding: 5px;">Traitement thermique : Recuit de régénération</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">40</td> <td style="padding: 5px;">Usinages d'ébauche et demi-finition</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">50</td> <td style="padding: 5px;">Traitements thermiques : trempe et revenu (à déterminer)</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">60</td> <td style="padding: 5px;">Usinages de finition</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center; padding: 5px;">70</td> <td style="padding: 5px;">Traitements de surface : (à déterminer)</td> </tr> </tbody> </table>	Phases	Opérations	10	Débitage du lopin	20	Obtention du brut par estampage	30	Traitement thermique : Recuit de régénération	40	Usinages d'ébauche et demi-finition	50	Traitements thermiques : trempe et revenu (à déterminer)	60	Usinages de finition	70	Traitements de surface : (à déterminer)
Phases	Opérations																
10	Débitage du lopin																
20	Obtention du brut par estampage																
30	Traitement thermique : Recuit de régénération																
40	Usinages d'ébauche et demi-finition																
50	Traitements thermiques : trempe et revenu (à déterminer)																
60	Usinages de finition																
70	Traitements de surface : (à déterminer)																

Objet de l'étude : choisir la nuance d'acier et définir les paramètres de la phase de traitement thermique.

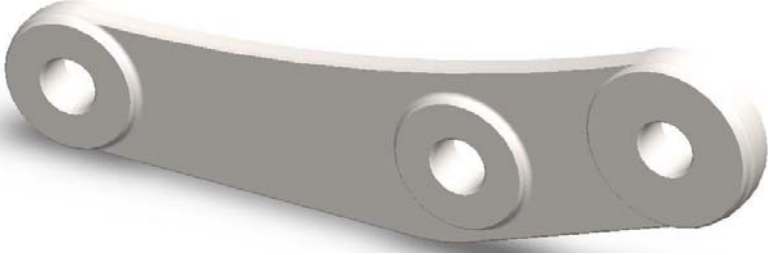
- 2.1** Le brut étant obtenu par **estampage** (phase 20). Expliquer le principe par un schéma et préciser la température usuelle de travail. Indiquer les transformations métallurgiques et structurales provoquées par le procédé.
- 2.2** Quel est le rôle du **recuit de régénération** (phase 30) réalisé après l'estampage ?
- 2.3** Parmi les aciers proposés en annexes, choisir celui qui permet de respecter le cahier des charges. Faire les constructions utiles sur les annexes 3A, 3B et 3C.
- 2.4** A partir de la fiche technique de l'acier choisi, dessiner le cycle complet du traitement thermique (phase 50), en faisant apparaître la valeur des températures, des temps de maintien et des milieux de refroidissement.
- 2.5** Le traitement thermique s'effectue par lot de 50 pièces. Pour chaque lot, **directement après la trempe**, un contrôle micrographique est effectué sur une pièce prise au hasard.
- 2.5.1 Sur un lot traité, on observe la structure micrographique obtenue, présentée ci-dessous. Donner le nom de cette structure.



- 2.5.2 Sur l'annexe 2 représentant une courbe TRC schématisée, tracer la loi de refroidissement que semble avoir subi la pièce ci-dessus.

PARTIE III : Etude du traitement de surface de la biellette d'amortisseur

Objet de l'étude : comparaison de 2 solutions de protection contre la corrosion.

Gammes simplifiées des traitements de surfaces	
	<p>Masse : 185,33 g</p> <p>Volume : 23760 mm³</p> <p>Surface : 10700 mm²</p>
Phosphatation au zinc suivie d'une peinture finition noire <i>P7 (XII) / Fe</i>	Zingage acide électrolytique suivi d'une chromatisation finition noire <i>Cr(XII) + Zn 30(I) / Fe</i>
Microbillage	Microbillage
Dégraissage chimique / rinçage	Dégraissage chimique / rinçage
Dégraissage électrolytique anodique / rinçage	Dégraissage électrolytique anodique / rinçage
Phosphatation zinc au trempé (70 à 95°C durant 30 min)	Activation / rinçage
Rinçage	Dépôt électrolytique zinc (30 µm) Bain acide
Peinture finition noire	Rinçage
Séchage	Traitement thermique : 10 heures à 200°C
Contrôles	Chromatisation finition noire
	Rinçage / séchage
	Contrôles

3.1 Phosphatation / peinture

3.1.1. Expliquer le principe du traitement de phosphatation.

3.1.2. Quelles sont les propriétés techniques assurées par ce traitement ?

3.2 Zingage acide / chromatation

On désire déposer une couche de 30 µm de zinc, sachant que le bain de zinc acide fonctionne avec une densité de courant cathodique de 2 A·dm⁻² et que son rendement est de 95%.

On donne les paramètres suivants :

- valence du zinc : 2
- masse molaire du zinc : 65,4 g·mol⁻¹
- masse volumique du zinc : 7,1 g·cm⁻³

Application de la loi de Faraday :

$$t = \frac{e \times \rho \times n \times 96500}{J \times M \times \eta}$$

e : épaisseur du dépôt
 ρ : masse volumique du métal déposé
 J : densité de courant cathodique
 t : temps
 M : masse molaire du métal déposé
 n : valence du métal déposé
 η : rendement cathodique

- 3.2.1 Calculer le temps d'électrolyse, en minutes, pour obtenir un dépôt de zinc de 30 µm.
- 3.2.2 Donner le nom et préciser le rôle du **traitement thermique à 200°C de 10 heures** qui figure dans la gamme de traitement de surface (page 6).
- 3.2.3 Les caractéristiques mécaniques finales, obtenues lors de la phase 50 de la gamme générale (page 4), peuvent-elles être affectées par ce traitement ? Justifier la réponse.

3.3 Choix du traitement de surface le plus adapté

Les conditions d'utilisation en tout terrain sont particulièrement agressives et le système de suspension est exposé aux projections de gravier par la roue arrière. La protection peut donc être arrachée.

- 3.3.1 Expliquer les conséquences de cet arrachement dans le cas de la phosphatation et dans le cas du dépôt de zinc.
- 3.3.2 Choisir le traitement qui vous semble le plus adapté. Justifier.

Barème :

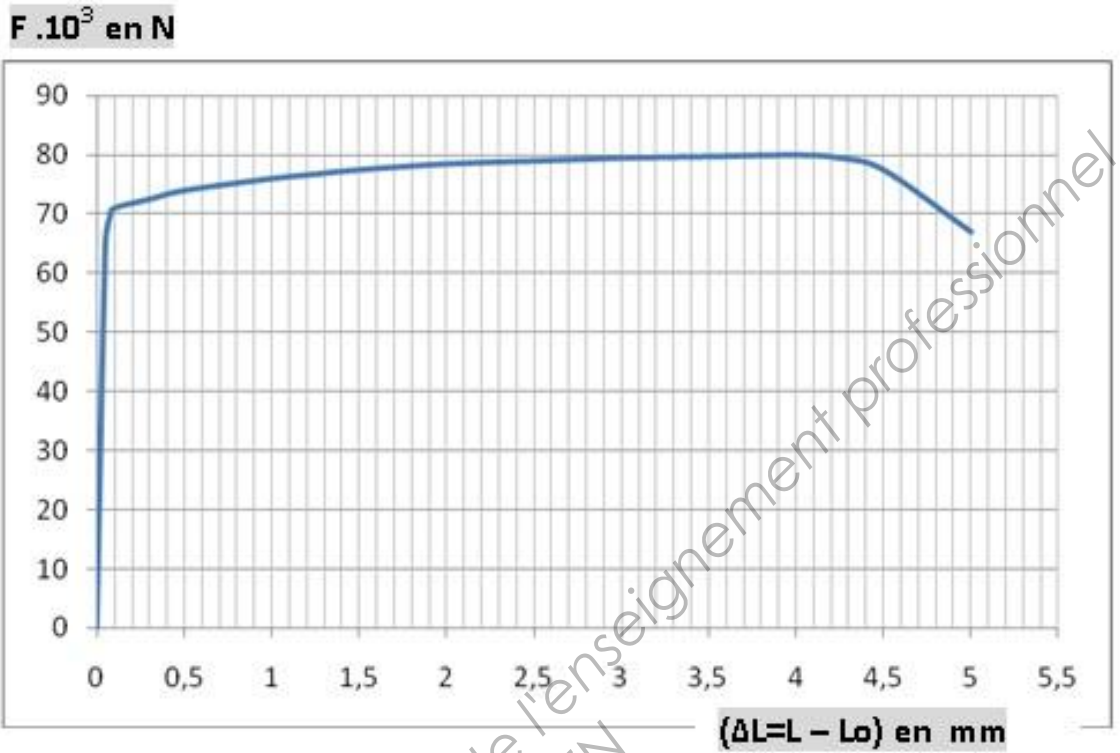
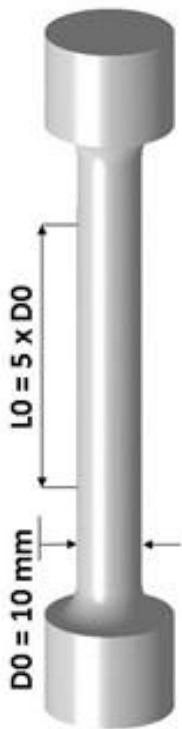
Partie I (5,5 points)						
Questions	1.1	1.2.1	1.2.2	1.2.3	1.2.4	1.3
Points	0,5	2	0,5	1	0,5	1

Partie II (7 points)						
Questions	2.1	2.2	2.3	2.4	2.5.1	2.5.2
Points	1	1	1,5	1,5	1	1

Partie III (7,5 points)							
Questions	3.1.1	3.1.2	3.2.1	3.2.2	3.2.3	3.3.1	3.3.2
Points	1	1	1,5	1	1	1,5	0,5

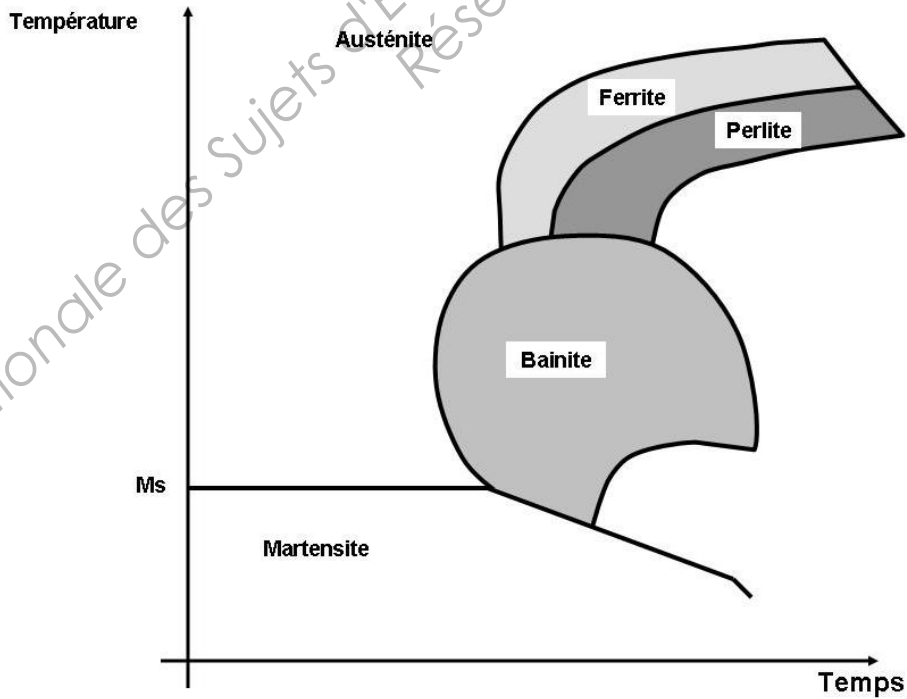
ANNEXE 1

Courbe de traction vis fournisseur



ANNEXE 2

Diagramme TRC schématisée



Composition chimique	C	Si	Mn	P	S
(Valeurs normalisées en %) Selon NFA 35-552	0,45-0,51	0,15 - 0,35	0,50 - 0,80	≤ 0,030	≤ 0,035 ¹⁾
1) TEW — Cm 45 avec teneur en soufre réglée 0,020-0,035 %					
Etat de livraison	demi-produit - barres - fils - étirés.				
Caractéristiques mécaniques à l'état de livraison	normalisé (840-870 °C) (valables pour éprouvettes longitudinales)				
	dimension	limite élastique E 0,2 % N/mm ²	résistance à la traction R N/mm ²	allongement à la rupture A %	résilience KCU J/cm ² mini
	diamètre d mm	mini		mini	
	≤ 16	375	660-760	17	40
	16 < d ≤ 40	345	640-750	17	40
	40 < d ≤ 100	325	620-740	16	35
	100 < d ≤ 160	305	600-730	16	30
	160 < d ≤ 250	295	580-720	15	30
Formage à chaud et traitement thermique (valeurs de référence)	Forgeage	recuit	normalisation	trempé	revenu
	°C	°C	°C	à l'eau °C	à l'huile °C
	1100-850	650-700	840-870	805-835	825-855
					550-650

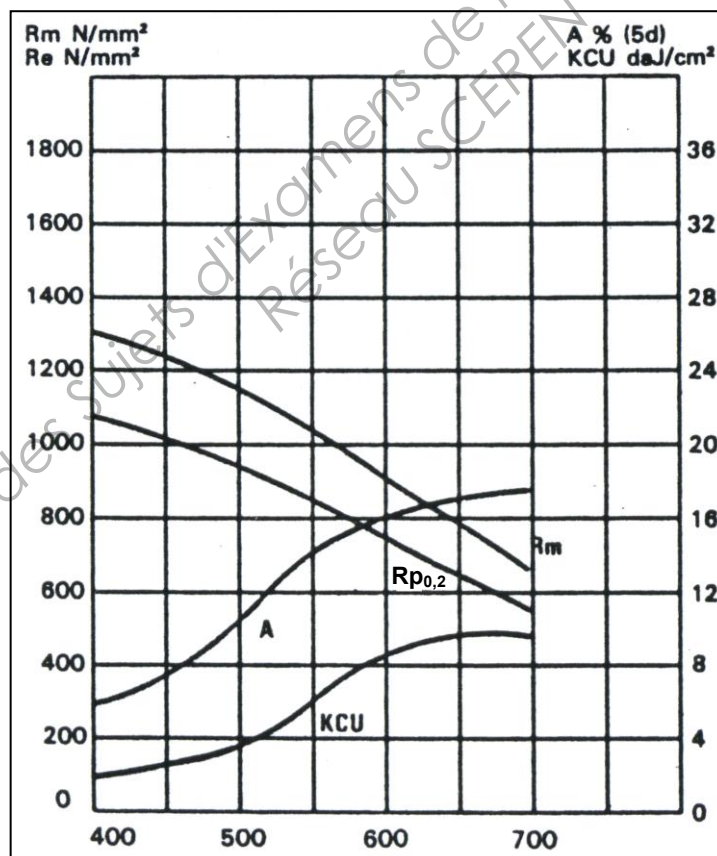


Diagramme de revenu C45

Composition chimique (valeurs normalisées en %) Selon NFA 35-552	C	Si	Mn	Ni	Cr	P	S
	0,27-0,34	0,10-0,40	0,35-0,60	2,50-3,00	0,60-0,90	≤ 0,035	≤ 0,035
Caractéristiques mécaniques à l'état de livraison	Recuit d'adoucissement HB maxi 229						
Formage à chaud et traitement thermique	Forgeage °C	Refroidissement		Recuit de normalisation °C		Refroidissement	
	1150-850	lent, au four p. ex		830-880		lent	
	Recuit d'adoucissement °C	Trempe °C	Refroidissement		Dureté sous pleine trempe HRC	Revenu °C	
	620-650	835-865	huile		58	550-650	
Caractéristiques mécaniques réalisables sur barres à l'état traité	Dimension diamètre d mm	Limite élastique à 0,2% N/mm ² mini	Résistance à la traction N/mm ²		Allongement A % mini	Résilience KCU J/cm ² mini	
	d ≤ 16	750	930-1130		13	70	
	16 < d ≤ 40	670	850-1050		13	70	
	40 < d ≤ 100	600	780-930		14	70	

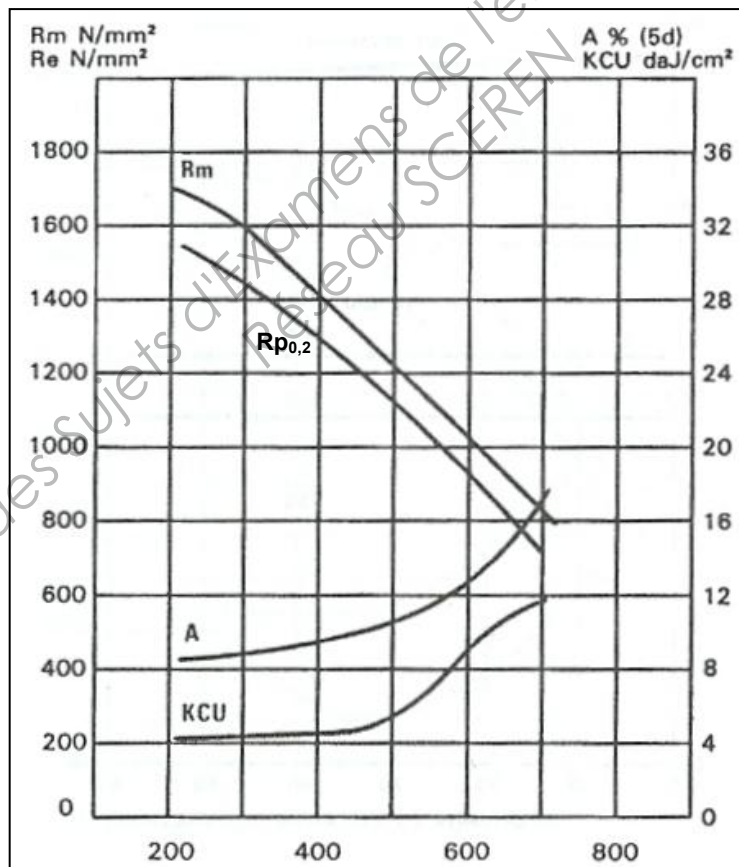


Diagramme de revenu 30NiCr11

ANNEXE 3C

Fiche technique acier 42CrMo4

Composition chimique (Valeurs normalisées en %) Selon NFA 35-552	C	Si	Mn	P	S	Cr	Mo
	0,39-0,45	0,10-0,40	0,60-0,90	≤ 0,035	≤ 0,035 ¹⁾	0,90-1,20	0,15-0,25
1) TEW 42CrMoS 4 avec teneur en soufre réglée 0,020-0,35 %							
Etat de livraison	demi-produit - barres - fils - étirés						
Caractéristiques mécaniques à l'état de livraison	G recuit doux		B traité pour usinabilité améliorée		C traité pour cisailage à froid		
	dureté Brinell HB max.		dureté Brinell HB max.		dureté Brinell HB max.		
	217		241		250		
Formage à chaud et traitement thermique (valeurs de référence)	forgeage	recuit	normalisation		trempé à l'huile	revenu	
	°C	°C	°C		°C	°C	
	1050-850	680-720	840-880		835-865	550-650	
Caractéristiques mécaniques réalisables sur barres à l'état traité	dimension	limite élastique (limite 0,2 %)	résistance à la traction	allongement à la rupture	résilience KCU		
	diamètre d mm	N/mm ² mini	N/mm ²	A % mini	J/cm ² mini		
	d ≤ 16	850	1080-1280	10	50		
	16 < d ≤ 40	770	980-1180	11	50		
	40 < d ≤ 100	700	880-1080	12	50		

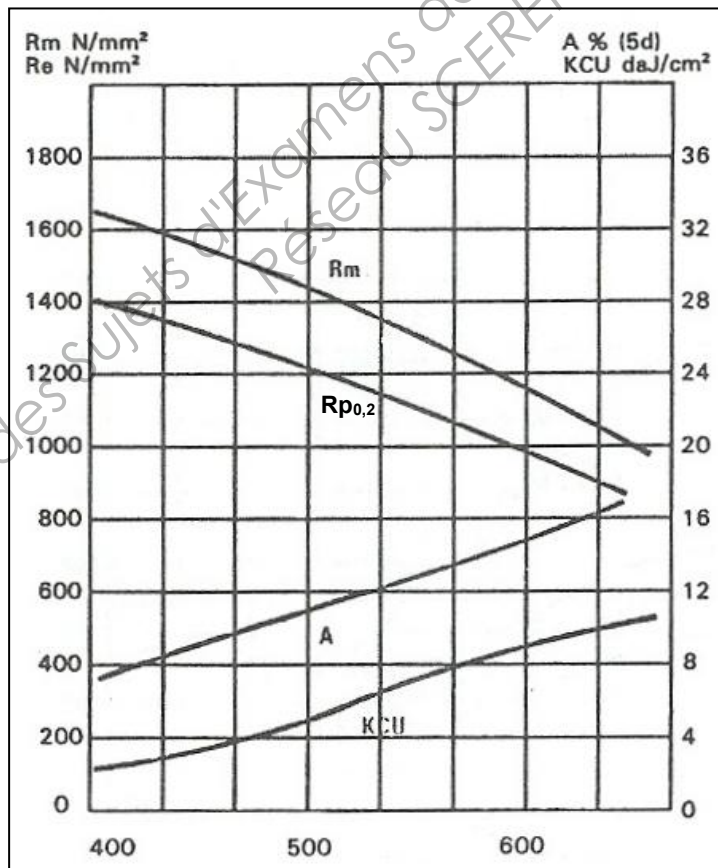


Diagramme de revenu 42CrMo4